



Fachstandpunkte der TLUG



Empfehlungen zur Rekultivierung von Altdeponien

Inhaltsverzeichnis

	Seite
0. Veranlassung	4
1. Anwendungsbereich	4
2. Bewertungsmethodik (siehe Anhang 1)	4
3. Bewertungskriterien	6
3.1 Gefährdungspotential	6
3.1.1 Ablagerungsvolumen	6
3.1.2 Inventar	6
3.1.3 Biologische Restaktivität	7
3.2 Aktuelle Beeinträchtigungen durch deponiebürtige Emissionen	7
3.2.1 Sickerwasseremission	7
3.2.2 Grundwasserbeeinflussung	7
3.2.3 Deponiegas	8
3.3 Korrekturkriterien	8
3.3.1 Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung	8
3.3.2 Lage im Trinkwasserschutzgebiet	8
3.3.3 Lage in nach Naturschutzrecht gesicherten Gebieten	8
3.3.4 Beeinflussung empfindlicher Nutzungen	8
4. Handlungsempfehlungen	10
4.1 Einfache Rekultivierung	10
4.2 Qualifizierte Abdeckung	10
4.3 Gering durchlässige Abdichtung/Abdeckung	10
4.4 Redundantes Oberflächenabdichtungssystem	10
Literaturverzeichnis	11
Anhang 1: Methodik der Bewertung des Infiltrationsbedarfs	12
Anhang 2: Bewertung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung	13

0. Veranlassung

Die Beseitigung von Siedlungsabfällen erfolgte im Thüringer Raum bisher überwiegend durch Ablagerung auf Deponien bzw. Müllkippen.

Nach Inkrafttreten des Umweltschadstoffgesetzes wurden in Thüringen 1991 noch 347 solcher Ablagerungsstellen betrieben, wovon 81 als Hausmülldeponien eingestuft werden können.

Mit der abfallwirtschaftlichen Entwicklung wurde der Großteil dieser Deponien bis Ende 1996 stillgelegt. Von den ab 1997 weiterbetriebenen 28 Hausmülldeponien wurden 17 vollständig bzw. weitgehend nach den Anforderungen des Standes der Technik nachgerüstet.

Die geschlossenen Deponien bzw. -abschnitte sind gemäß § 36 Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG) zu rekultivieren.

Die diesbezüglichen Anforderungen nach dem Stand der Technik ergeben sich aus der Technischen Anleitung Siedlungsabfall (TA Si), die mit den Verordnungen zur Ablagerung von Abfällen (AbfAbIV, DepV) verrechtlicht wurde. Da diese Anforderungen insbesondere für kleine, dezentrale Altdeponien mit geringem Gefährdungspotential unverhältnismäßig erschienen, wurde seitens des Thüringer Ministeriums für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt (TMLNU) die S. I. G. Thüringen mit einem Gutachten zur Formulierung technischer Mindestanforderungen und Handlungsempfehlungen für die Rekultivierung dezentraler Thüringer Altdeponien beauftragt. Die wesentlichen Aussagen dieses Gutachtens /1/ wurden in einer Bewertungsmethodik „Maßstäbe zur Rekultivierung von Altdeponien in Thüringen“ zusammengefasst und bereits behördenintern eingeführt /2/.

Nachstehend sollen einige erläuternde Hinweise zur Bewertungsmethodik und den Handlungsempfehlungen für die Rekultivierung der Altdeponien gegeben werden.

1. Anwendungsbereich

Zur umfassenden Beurteilung des Gefährdungspotentials von Altdeponien ist von der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie (TLUG) der Altlastenleitfaden Teil II /3/ herausgegeben worden, der das Vorgehen bei der Gefährdungsabschätzung ausführlich behandelt.

Die nachstehende Methodik befasst sich ausschließlich mit der Ableitung der aufgrund des Gefährdungspotentials sowie zur Abwehr aktueller Beeinträchtigungen von Schutzgütern erforderlichen Maßnahmen zur Verminderung

- der Sickerwasserbildung infolge Niederschlagsinfiltration und
- von Deponiegasemissionen über die Deponieoberfläche.

Bei bereits rekultivierten Deponien kann die Methodik auch zur Beurteilung der durchgeführten Maßnahmen genutzt werden.

Weitere zur Verhinderung von negativen Auswirkungen auf die Schutzgüter notwendige Maßnahmen, wie z. B. Herstellung der Standsicherheit, Ableitung von Fremdwasserzuflüssen, Beseitigung von Gefahren durch sperrige Gegenstände usw. sind im Einzelfall konkret zu untersuchen und bleiben in der Methodik unberücksichtigt.

Der engere rechtliche Anwendungsbereich in Thüringen betrifft die Rekultivierung von Deponien, die nach § 36 Abs. 2 Satz 1 KrW-/AbfG zu rekultivieren sind und nach § 1 Abs. 3 Nr. 4 d DepV von deren Geltungsbereich ausgenommen sind.

Die Maßstäbe zur Rekultivierung von Altdeponien können darüber hinaus aus fachlicher Sicht auch für die Sanierung von Altablagerungen und zur Beurteilung anderer geeigneter Maßnahmen zur Rekultivierung von vorzeitig geschlossenen Deponien nach § 14 Abs. 6 DepV und von Deponien in der Stilllegungsphase mit weniger als 150.000 m³ Ablagerungsvolumen gemäß § 1 Abs. 3 Nr. 4 a DepV herangezogen werden.

2. Bewertungsmethodik (siehe Anhang 1)

Nach den Anforderungen des § 36 KrW-/AbfG sind mit der Rekultivierung der Deponien alle notwendigen Vorkehrungen zum Schutz der Allgemeinheit auch nach ihrer Stilllegung zu treffen. Die Bewertungsmethodik berücksichtigt deshalb sowohl die aktuellen Beeinträchtigungen von Schutzgütern im Sinne des § 10 Abs. 4 KrW-/AbfG als auch deren potentielle Gefährdung. Der aufgrund des Grades der Beeinträchtigung bzw. der Gefährdung der Schutzgüter erforderliche Handlungsbedarf für Vorkehrungen zur Verminderung der Infiltration von Niederschlagswasser in den Deponieträger bzw. der oberflächlichen Deponiegasmigration wird entsprechend der Wirksamkeit der in Anlehnung an die Regelbauweisen nach DepV/AbfAbIV bzw. LAGA-M 20 vorgeschlagenen Maßnahmen in vier Kategorien eingestuft (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Kategorisierung

Kategorie	Beeinträchtigung bzw. potentielle Gefährdung der Schutzgüter	erforderlicher Infiltrationsminderungs-quotient	notwendige Maßnahme	adäquate Regelbauweise
K 1	unwesentlich	1	einfache Rekultivierung	DK O
K 2	gering	2	qualifizierte Abdeckung	LAGA Z 2
K 3	relevant	10	gering durchlässige Abdichtung bzw. Abdeckung	DK I
K 4	bedeutend	> 10	redundantes Oberflächenabdichtungssystem	DK II

Zur Ermittlung des zur Vermeidung potentieller Gefahren erforderlichen Infiltrationsminderungsbedarfes werden die Ablagerungsmenge, Schadstoffbelastung und biologische Aktivität des Deponieinventars insgesamt berücksichtigt.

Bei hoher bzw. sehr hoher Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung kann der potentielle Handlungsbedarf um eine Kategorie herabgestuft werden.

Bei der Bewertung der aktuellen Beeinträchtigungen werden sowohl der Sicker-wasserpfad bis zur Grundwasserbeeinflussung als auch die Deponie-gasemission für sich betrachtet. Für die Gesamtbewertung ist der jeweils höchste aktuelle bzw. potentielle Handlungsbedarf maßgebend.

Neben der aus dem Deponiekörper resultierenden Gefährdung bzw. Beeinträchtigung und ggf. zusätzlichen Barrieren ist auch die höhere Immissionsempfindlichkeit bestimmter Nutzungen und Naturfunktionen zu berücksichtigen.

Bei Lage in Trinkwasser- und ökologischen Schutzgebieten oder unmittelbarer Nachbarschaft zu Wohngebieten und/bzw. Kindereinrichtungen ist deshalb zusätzlich die Notwendigkeit höherwertiger Maßnahmen im Einzelfall zu prüfen.

Abbildung: Geschlossene Altdeponie im Thüringer Wald

3. Bewertungskriterien

3.1 Gefährdungspotential

Die Bewertungskriterien und Bewertungsstufen (BS) sind in Tabelle 3 detailliert aufgeführt. Die Einstufung des aufgrund des Gefährdungspotentials der Ablagerung erforderlichen Handlungsbedarfs ergibt sich aus dem arithmetischen Mittel der Einstufungen nach den Einzelkriterien

- Volumen,
- seiner Zusammensetzung (Inventar) und
- seinem biologischen Abbauzustand (Inertisierungsgrad)

wie folgt:

$\frac{\text{BS 1 (Volumen)} + \text{BS 2 (Inventar)} + \text{BS 3 (Biologie)}}{3}$ <p>= Ø BS Gefährdungspotential</p>

Für die Bewertung der Schadstoffbelastung und biologischen Restaktivität sind die Messergebnisse der Emissionen und Immissionen zu berücksichtigen.

3.1.1 Ablagerungsvolumen

Mit Zunahme des Ablagerungsvolumens ist nicht nur eine Erhöhung der mengenabhängigen Schadstofffracht sondern häufig auch der Gefährlichkeit des Inventars zu erwarten. Dem soll mit den in der Tabelle 3 unter Berücksichtigung von Erfahrungswerten festgelegten vier Größenkategorien Rechnung getragen werden.

Zur Vermeidung von Extremeinstufungen am unteren oder oberen Grenzwert bietet sich insbesondere im Bereich von 50.000 m³ bis 500.000 m³ die Bildung von Zwischenwerten (z. B. V = 70.000 m³ = 1,4) an.

Detaillierte Hinweise zur Ermittlung des Ablagerungsvolumens gibt der Thüringer Altlastenleitfaden /3/. Nach unseren bisherigen Erfahrungen kann der Vergleich aktueller Vermessungsdaten mit historischen Kartierungen (Messtischblätter, Grubenrisse) sehr hilfreich sein.

Zur Berücksichtigung wasserrechtlicher Randbedingungen sind neben dem Volumen auch der spezielle Einfluss der Ablagerungsfläche und die sich daraus ergebenden Schadstoffemissionen zu betrachten. Häufig wurde in Vorgriff auf die spätere Rekultivierung bereits Rekultivierungsmaterial bevorratet. Dies kann, soweit es als unbelastet gilt, vernachlässigt werden.

3.1.2 Inventar

Da gerade die kleineren, dezentralen Ablagerungsstellen vor Inkrafttreten des Umweltraumengesetzes eher wenig geordnet betrieben wurden, erscheinen systematische Sondierungen zur Inventaraufnahme in der Regel wenig zielführend und in den meisten Fällen auch unverhältnismäßig.

Zur Beurteilung von Art, Zusammensetzung und Schadstoffbelastung des Ablagerungsinventars wird auf historische Recherchen unter Berücksichtigung von Größe und Charakter des Einzugsgebietes orientiert, wobei natürlich ggf. vorhandene Abfalluntersuchungen zu beachten sind. Falls gleich zuverlässige Datenquellen abweichende Einstufungen ergeben, kann eine Mittelwertbildung erfolgen.

In Tabelle 2 werden Orientierungswerte für die dezentralen Thüringer Altdeponien gemäß /1/ aufgeführt:

Tabelle 2: Inventar Thüringer Altdeponien

Müllart	Volumenanteil (%)
Hausmüll	20 – 60
Braunkohlenaschen	10 – 25
Bauschutt	10 – 30
Erdaushub	10 – 35
Sperrmüll	5 – 20
Schrott	3 – 10
Grünabfälle	5 – 30
Gewerbeabfälle	0 – 10
Industrieabfälle	0 – 10

Nach Literaturangaben sowie Erfahrungen von Thüringer Deponien /4/ kann für DDR-typischen Hausmüll einschließlich Hausbrandaschen und sonstige Braunkohlenaschen für die Parameter des Anhangs 2 Nr. 3 BBodSchV überwiegend von einer relativ geringen Schadstoffbelastung auf dem Niveau der Zuordnungswerte Z 1.2 der LAGA-M 20 ausgegangen werden, wobei die Schadstofffreisetzung durch das Sorptionsvermögen verbrannter Kohle und die Pufferwirkung alkalischer Aschen ggf. zusätzlich vermindert wird. In Tabelle 3 wird in Abhängigkeit vom Anteil an schadstoffbelasteten Industrie- und Gewerbeabfällen deshalb eine Einstufung unter Beachtung der entsprechenden Zuordnungswerte des LAGA-M 20 bzw. der AbfAbIV vorgeschlagen. Bei Mono-deponien für mineralische Abfälle bietet sich die direkte Einstufung nach den Zuordnungswerten an.

Aufgrund der beschränkten Aussagekraft historischer Recherchen aber auch von Sondierungen in

inhomogenen Ablagerungen sollten die Einstufungen durch Vergleich mit Sickerwasseranalysen verifiziert werden.

3.1.3 Biologische Restaktivität

Mit dem Abklingen der biologischen Abbauprozesse ist ein Rückgang der Gasbildung sowie in der Regel auch der Sickerwasserbildung zu erwarten.

Zur Bewertung der biologischen Restaktivität ist neben dem absoluten Anteil an ursprünglich biologisch abbaubaren Abfällen auch deren Ablagedauer und Alter von Interesse.

Die in Tabelle 3 vorgeschlagene Einstufung nach dem Anteil der vor 1990 abgelagerten organisch abbaubaren Abfälle basiert auf der Annahme einer durchschnittlichen Halbwertszeit für den organischen Abbau von 5 Jahren. Bei der Bewertung sind Messergebnisse über aktuelle Deponiegasemissionen und die Bodenluft-zusammensetzung (BK 6) zu beachten. Weitere Hinweise zum Abbauzustand kann eine Auswertung der Sickerwasseruntersuchungen speziell des BSB5/CSB-Verhältnisses /5/ liefern. Insbesondere bei größeren Ablagerungen erscheint die Beurteilung der organischen Restaktivität, aber auch der Notwendigkeit von Entgasungsmaßnahmen anhand einer Gasprognose nach /5/ sinnvoll.

3.2 Aktuelle Beeinträchtigungen durch deponiebürtige Emissionen

Abgesehen von kleinen Altdeponien mit unwesentlichem Gefährdungspotential (K 1) sind zur Gesamtbewertung des Handlungsbedarfs aktuelle Untersuchungsergebnisse zu Sickerwasseremissionen und/bzw. der ggf. bereits bestehenden Grundwasserbeeinflussung in der Regel unverzichtbar.

Bei einer relevanten biologischen Restaktivität ($BK\ 3 \geq K\ 3$) sollten zumindest die oberflächlichen Deponiegasemissionen untersucht werden.

3.2.1 Sickerwasseremission

Durch Auswertung von Sickerwasseruntersuchungen kann eine repräsentative Bewertung sowohl der aktuellen Emissionen als auch des Abbauzustandes der Ablagerung erfolgen, so dass sich dieses Kriterium in den meisten bisher bearbeiteten Fällen als maßgebend erwies.

Durch Vergleich der Sickerwasserbelastung mit den Prüfwerten der Nr. 3 des Anhangs 2 der BBodSchV bzw. den bei Einleitung in ein Gewässer geltenden Einleitwerten (z. B. Einleitwerte nach Anhang 51 der Abwasserverordnung) wäre der Grad des Handlungsbedarfs zu ermitteln.

Die Sickerwasserentnahme sollte möglichst aus Sammelschächten oder Fassungen (z. B. Dränaugen) erfolgen. Bei Entnahme aus „Pfützen“ oder „Rinnalen“ ist die Sickerwassereigenschaft durch Bestimmung von Leitparametern (z. B. Leitfähigkeit) vor Ort zu überprüfen. Verdünnungseffekte durch Fremdwasserzutritte und Witterungseinflüsse sind zu beachten. Zur Prognose der Sickerwasserkonzentration am Ort der Beurteilung des Übergangs von der ungesättigten zur gesättigten Bodenzone wäre eine ggf. relevante Schadstoffrückhaltung durch eine Untergrundbarriere zu berücksichtigen. Problematisch erscheint die Beurteilung von überwiegenden Sickerwasseremissionen in Oberflächengewässern mit mehr oder minder relevanter, auf den unmittelbaren Deponiebereich beschränkter Untergrundpassage, da die abwasserrechtlichen Einleitwerte im Schnitt das Zehnfache der Prüfwerte der BBodSchV betragen. Hier sollte eine verhältnismäßige Einzelfallprüfung nach den konkreten Erfordernissen des Grundwasserschutzes unter Berücksichtigung der Schutzwirksamkeit der Grundwasserüberdeckung vorgenommen werden.

Soweit weder Sickerwasseruntersuchungen noch Grundwasseruntersuchungen möglich sind, werden zur Beurteilung der wasserbezogenen Emissionen Sickerwasserprognosen empfohlen.

3.2.2 Grundwasserbeeinflussung

Der Handlungsbedarf zur Beseitigung ggf. schon eingetretener nachteiliger Veränderungen der Wasserqualität aktiv am Grundwasserkreislauf teilnehmender Grundwasserleiter ergibt sich durch Vergleich der An- und Abstromwerte in Anlehnung an den § 9 DepV für die Parameter des Anhangs 2 Nr. 3 BBodSchV.

Voraussetzung dafür ist, dass überhaupt auswertbare, repräsentative Grundwasseranalysen aus geeigneten An- und Abstrompegeln zur Verfügung stehen, was bei vielen der bisher bearbeiteten Deponien jedoch nicht immer der Fall war.

Bei der Bewertung von Grundwasseruntersuchungen sollten deshalb besonders

- geologische und hydrogeologische Standortverhältnisse,
- Lage, Ausbau, Filterstrecken und Zustand der Pegel,
- die Einhaltung der Probenahmeanforderungen (nach LAGA AQS-Merkblatt P-8/2) sowie
- die anerkannte Leistungsfähigkeit der Untersuchungsstellen (§ 3 Abs. 1 ThürDepEKVO)

geprüft werden.

Bei der Beurteilung des Handlungsbedarfs ist die Entwicklung der Wasserqualität und vor allem die aktuelle Tendenz zu berücksichtigen.

3.2.3 Deponiegas

Falls aufgrund der organischen Ablagerungen und der Abbauphase noch mit relevanten Deponiegasemissionen zu rechnen ist, sollten diese in Anlehnung an den Anhang C der TA Siedlungsabfall durch Emissionsmessungen (FID) an der Deponieoberfläche und im beeinflussbaren Randbereich (~ 50 m) bestimmt werden.

Bei sensibler Nachbarschaft (z. B. Wohnbebauung, Kinder- und Freizeiteinrichtungen) müssen die ggf. dahin gerichteten unterirdischen Deponiegasmigrationen durch Bodenluftmessungen kontrolliert werden. Ist eine Gasbildungsrate $> 50 \text{ Nm}^3/\text{h}$ oder $> 2 \text{ l/m}^2/\text{h}$ zu erwarten, wäre die aktiv erfassbare Gasmenge mittels Absaugversuch zu ermitteln.

3.3 Korrekturkriterien

3.3.1 Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung

Das Risiko und der Grad der aus aktuellen oder perspektivischen Sickerwasseremissionen zu erwartenden Grundwasserbeeinträchtigungen nimmt mit zunehmender Barrierewirkung der Grundwasserüberdeckung ab. Deshalb kann bei hoher bzw. sehr hoher Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung der zur Vermeidung von Emissionsrisiken aufgrund des Gefährdungspotentials ermittelte Infiltrationsminderungsbedarf um eine Kategorie zurückgestuft werden. Bei sehr hohem Schutz und einer Verweildauer $> 25 \text{ a}$ können überdies weitere Erleichterungen beim Aufbau der Oberflächenabdichtung bzw.

–abdeckung geprüft werden. Die Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung sollte auch für den Pfad Boden-Grundwasser bei der Prognose der am maßgebenden Beurteilungsort nach BBodSchV zu erwartenden Sickerwasserbelastung berücksichtigt werden. Hinweise zur Bewertung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung finden sich im Anhang 2.

3.3.2 Lage im Trinkwasserschutzgebiet

Befindet sich die Altdeponie im Trinkwasserschutzgebiet, ist in jedem Fall eine umfassende Einzelprüfung erforderlich. Aufgrund der direkten Gefährdung der menschlichen Gesundheit bei Trinkwasserverunreinigungen ergeben sich grundsätzlich erhöhte Anforderungen an Vorkehrungen gegen die Entstehung und den Austrag von belasteten Sickerwässern.

3.3.3 Lage in nach Naturschutzrecht gesicherten Gebieten

Obwohl bei Lage in nach Naturschutzrecht gesicherten Gebieten formell ebenfalls ein erhöhter Schutzbedarf besteht, sollten der Nutzen aber auch die aus ggf. notwendigen Eingriffen resultierenden Schäden im konkreten Fall gegeneinander abgewogen werden.

Gerade bei kleinen Altdeponien mit geringem bzw. unbedenklichem Gefährdungspotential und ohne aktuelle Beeinträchtigungen erscheint die Zerstörung einer zwischenzeitlich etablierten standortgerechten naturnahen Vegetation unverhältnismäßig. Auch bei Deponien mit relevantem Gefährdungspotential aber nur geringen bzw. unbedeutenden Emissionen kann die hohe Infiltrationsminderungs- und der Verzicht auf technische Maßnahmen geprüft werden.

3.3.4 Beeinflussung empfindlicher Nutzungen

Liegen Deponien mit relevanter bzw. hoher organischer Restaktivität in unmittelbarer Nachbarschaft zu empfindlichen Nutzungen (Wohnbebauung, Sozial- und Erholungseinrichtungen) in weniger als 300 m Abstand, muss deren Gefährdung durch Deponiegasmigrationen über die Deponieoberfläche, aber insbesondere auch den Untergrund (gasgängige Horizonte, Leitungstrassen) speziell untersucht werden.

Für eine Korrekturbewertung des Infiltrationsminderungsbedarfs sollte berücksichtigt werden, dass zwar einerseits bei verminderter Wasserzufuhr durch höherwertige Abdeckungen die Gasbildung infolge Austrocknung perspektivisch zurückgehen kann, aber andererseits auch der Gasaustausch über die Oberfläche behindert und damit das Risiko von Untergrundgasmigrationen erhöht wird.

Tabelle 3: Bewertungskriterien

Bewertungs- kriterium [BK]	A: Gefährdungspotential			
	Bewertungsstufen [S]			
	1	2	3	4
1 Ablagerungs- volumen	$V \leq 50.000 \text{ m}^3$	$50.000 \text{ m}^3 < V \leq 100.000 \text{ m}^3$	$100.000 < V \leq 500.000 \text{ m}^3$	$V > 500.000 \text{ m}^3$
2 Inventar	<p>aus überwiegend dezentraler Siedlungsabfallentsorgung:</p> <ul style="list-style-type: none"> Siedlungsabfälle (Hausmüll) einschließlich Hausbrandaschen und hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen unbelasteter Bauschutt und Erdaushub <p>mineralische Abfälle (inkl. Aschen und Schlacken) > 80 %</p> <p>Für mineralische Abfälle nach LAGA-TR Zuordnungswert $\leq Z 1.2$</p>	<p>aus überörtlicher Siedlungsabfallentsorgung (mehrere Gemeinden), zusätzlich zu S 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> Bauschutt, Erdaushub und Straßenaufbruch mit geringen Schadstoffgehalten Sperrmüll < 20 % oder in örtlicher Konzentration Industrie- und Gewerbeabfälle < 15 % <p>mineralische Abfälle (inkl. Aschen und Schlacken) 50 – 80 %</p> <p>Für mineralische Abfälle nach LAGA-TR Zuordnungswert $\leq Z 2$</p>	<p>aus regionaler, öffentlicher Siedlungsabfallentsorgung, zusätzlich zu S 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> Bauschutt, Erdaushub und Straßenaufbruch mit höheren Belastungen Sperrmüll mit erkennbaren oder wahrscheinlichen Schadstoffgehalten oder > 20 % Industrie- und Gewerbeabfälle 15 ... 30 % <p>mineralische Abfälle (inkl. Aschen und Schlacken) < 50 %</p> <p>Für mineralische Abfälle nach LAGA-TR Zuordnungswert $\leq Z 3$</p>	<p>aus öffentlicher Siedlungsabfallentsorgung der Ballungszentren, zusätzlich zu S 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> Bauschutt und Erdaushub mit hohen Belastungen Industrie- und Gewerbeabfälle > 30 % nachgewiesene oder wahrscheinliche Schadstoffablagerungen <p>mineralische Abfälle (inkl. Aschen und Schlacken) < 50 %</p> <p>Für mineralische Abfälle nach LAGA-TR Zuordnungswert $\leq Z 4$</p>
3 Biologische Aktivität (Inertisierungsgrad)	<p>weitgehend mineralisiert</p> <p>Ablagerung organischer Abfälle zu 90 % vor 1990</p>	<p>überwiegend mineralisiert</p> <p>Ablagerung organischer Abfälle zu 70...90 % vor 1990</p>	<p>gering biologisch aktiv</p> <p>Ablagerung organischer Abfälle zu 50...70 % vor 1990</p>	<p>biologisch aktiv</p> <p>Ablagerung organischer Abfälle zu < 50 % vor 1990</p>

Bewertungskriterium [BK]	B: Aktuelle Beeinträchtigungen durch deponiebürtige Emissionen			
	Bewertungsstufen [S]			
	1	2	3	4
4 Sickerwasseremission Boden und Grundwasser: Vergleich Messwerte M zu Prüfwerten PB des Anh. 2 der BBodSchV oberirdische Gewässer: Vergleich Messwerte M zu Einleitwerten E des Anh. 51 der Abwasserverordnung	<p>$M \leq PB$</p> <p>$M \leq E$</p>	<p>$PB < M \leq 2 PB$</p> <p>$E < M \leq 2 E$</p>	<p>$2 PB < M \leq 10 PB$</p> <p>$2 E < M \leq 10 E$</p>	<p>$M > 10 PB$</p> <p>$M > 10 E$</p>
5 Grundwasserbeeinflussung: Vergleich Messwerte im Grundwasserabstrom AB mit den Messwerten im Grundwasseranstrom AN	$AB \leq AN$	$AN < AB \leq 2 AN$	$2 AN < AB \leq 10 AN$	$AB > 10 AN$
6 Deponiegas	<p>punktueller CH_4-Emission $\leq 100 \text{ ppm}$</p> <p>Bodenluftgehalt $CH_4 \leq 5 \%$</p>	<p>flächige CH_4-Emission $\leq 100 \text{ ppm}$</p> <p>Bodenluftgehalt $CH_4 \leq 5 \%$</p>	<p>flächige CH_4-Emission > 100 ppm</p> <p>Bodenluftgehalt $CH_4 > 5 \%$</p>	<p>Gasproduktionsrate > 50 Nm³/h oder > 2 l/m²h</p>

4. Handlungsempfehlungen

Aus der vorgenannten methodischen Bewertung ergibt sich eine Einstufung des Infiltrationsminderungsbedarfs in vier Kategorien. In Anlehnung an die einschlägigen technischen Regelwerke (TA Siedlungsabfall, LAGA-M 20) werden für die einzelnen Kategorien die nachfolgenden Infiltrationsminderungsmaßnahmen empfohlen. Neben ihrer ausreichenden Wirksamkeit und technischen Eignung wird auf die Umweltverträglichkeit und insbesondere die Einhaltung der bodenschutzrechtlichen Vorschriften hingewiesen.

Der Einsatz von Böden mit Humus- bzw. Organikanteilen sollte nur soweit erforderlich erfolgen und unter Beachtung der DIN 18918 auf die Oberbodenschicht bis maximal 0,3 m Tiefe beschränkt bleiben. Neben diesen Maßnahmen und teilweise auch als ihre Voraussetzung können weitere Vorkehrungen zum Schutz der Allgemeinheit (Standortsicherheit, Beseitigung von Gefahren durch sperrige Gegenstände u. a.) notwendig sein.

4.1 Einfache Rekultivierung

Bei unbedeutender Gefährdung bzw. Beeinträchtigung (K 1) besteht kein Bedarf an Infiltrationsminderungen durch oberflächliche Abdeckung. Soweit noch keine natürliche bzw. standortgerechte Vegetation besteht, reicht eine gering mächtige Abdeckung mit kulturfähigem, unbelastetem Boden (Z 0) als Grundlage für deren Ansiedlung aus. Zusätzliche Anforderungen können sich durch eine ggf. beabsichtigte Folgenutzung ergeben.

4.2 Qualifizierte Abdeckung

Zur Abwehr geringer Beeinträchtigungen bzw. Gefährdung (K 2) wird eine Verminderung der Infiltration auf die Hälfte erforderlich.

Eine derartige Infiltrationsminderung kann durch technische Sicherungsmaßnahmen, wie sie im LAGA-M 20 für Lärmschutzwälle vorgeschlagen oder unter Nutzung der Verdunstung durch die Vegetation durch mindestens 1,0 m mächtige Abdeckungen mit geeigneten Böden mit einer nutzbaren Feldkapazität ≥ 150 mm/m erreicht werden.

Nach unserer Einschätzung erscheinen die überwiegend in Thüringen anstehenden Böden außer stark tonigen oder sandig/kiesigen Bodenarten dafür geeignet, wenn sie schonend und unverdichtet eingebaut werden.

Bei einer Bauweise der Abdeckung gemäß den technischen Sicherungsmaßnahmen der LAGA-M 20 ist die erhöhte Gefährdung der Dichtungsschicht durch Austrocknung, Durchwurzelung und Bioturbation zu berücksichtigen.

4.3 Gering durchlässige Abdichtung/ Abdeckung

Werden das Gefährdungspotential und/oder die aktuellen Beeinträchtigungen als relevant eingestuft, ist eine mindestens 10-fache Infiltrationsminderung erforderlich. Diese kann in der Regel durch eine für Deponien der Klasse I in der AbfAbIV bzw. TA Siedlungsabfall geforderte Oberflächenabdichtung oder eine gleichwertige infiltrationsmindernde Abdeckung (z. B. Wasser-haushaltsschicht) erreicht werden. Der Nachweis der Gleichwertigkeit und die Bemessung einer Wasserhaushaltsschicht wäre über eine Bodenwasserhaushaltsberechnung z. B. mit HELP zu erbringen und erscheint für Standorte mit weniger als 650 mm Jahresniederschlag grundsätzlich möglich. Allerdings sind hinsichtlich Qualität, Mächtigkeit, Einbau und Vegetationsentwicklung gegenüber der qualifizierten Abdeckung wesentlich höhere Anforderungen zu erfüllen. Die einschlägigen Empfehlungen des Arbeitskreises für Geotechnik von Deponien und Altlasten (GDA E 2-30, E 2-32) sind zu beachten.

Bei naturnaher Gehölzvegetation können ggf. auch durch Böden mit einer nutzbaren Feldkapazität $n_{Fk} < 200$ mm/m ausreichende Infiltrationsminderungen erreicht werden.

4.4 Redundantes Oberflächenabdichtungssystem

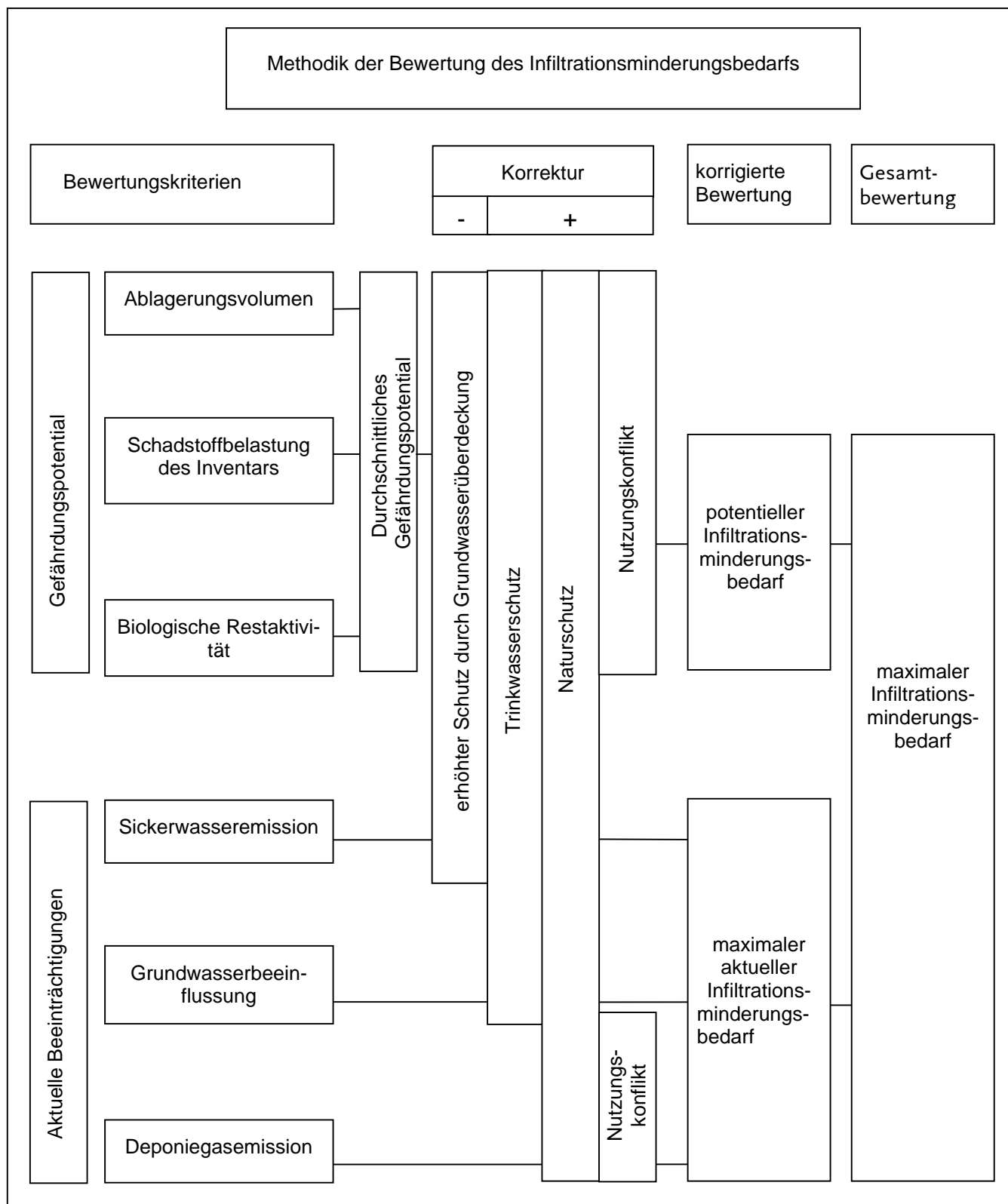
Bei bedeutendem Gefährdungspotential und/oder aktuellen Beeinträchtigungen (K 4) ist zu deren Abwehr eine weit über das Zehnfache hinausgehende Infiltrationsminderung durch ein quasidichtes redundantes System, das den Anforderungen an die Regelabdichtung für die Deponieklasse II der AbfAbIV bzw. TA Siedlungsabfall weitgehend gerecht wird, erforderlich.

Neben gleichwertigen Systemen und Kombinationen von Systemkomponenten können unter Berücksichtigung der konkreten Standortbedingungen in Anlehnung an das Eckpunktepapier der LAGA zu Ausnahmen nach § 14 Abs. 6 DepV /6/ auch andere geeignete Maßnahmen geprüft werden.

Literaturverzeichnis

- /1/ S. I. G. Thüringen:
Kategorisierung von geschlossenen dezentralen Altdeponien in Thüringen, Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt, Erfurt, April 2002
- /2/ Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt:
Maßstäbe für die Rekultivierung von Altdeponien in Thüringen, Erfurt, April 2004
- /3/ Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie:
Erkundung und Untersuchung von Altlastverdächtigen Flächen, Altlastenleit-faden Teil II, Jena, August 2002
- /4/ Andreas, L.; Bilitewski, B.:
Untersuchungen zur Bewertung des langfristigen Gefährdungspotentials von ostdeutschen Altdeponien, Beiträge zur Abfallwirtschaft, Band 4, TU Dresden, November 1996
- /5/ Rettenberger, G.:
Der Deponiegashaushalt in Altablagerungen – Leitfaden Deponiegas-Handbuch Altlasten, Band 10, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe, Oktober 1992
- /6/ Landesarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA):
Fachliche Eckpunkte für die Beurteilung von Ausnahmeanträgen nach § 14 Abs. 6 DepV, Beschluss der LAGA vom 23./24.03.04

Anhang 1



Anhang 2

Bewertung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung

Die Bewertung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung erfolgt i. d. R. nach dem in [1] publizierten und den Staatlichen Geologischen Diensten zur Anwendung empfohlenen Konzept.

Dieses Konzept beschreibt ein Verfahren zur Ermittlung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung für das oberste zusammenhängende Grundwasserstockwerk.

Die Beurteilung der Schutzfunktion wird für den Boden und den tieferen Untergrund getrennt vorgenommen und erfolgt mit Hilfe eines Punktbewertungssystems in Form von fünf Klassen von „sehr hoch“ bis „sehr gering“ (siehe Tabelle).

Auf Grundlage dieses Konzeptes wurde durch die Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie eine Karte der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung (Maßstab 1:200 000) für Thüringen erstellt. Diese Karte steht den Umweltbehörden des Landes im GIS-Pool der TLUG zur Verfügung.

Grundlagen

Die Grundwasserüberdeckung (Bodenzone und tiefere ungesättigte Zone) besitzt eine maßgebliche Grundwasserschutzfunktion. Vielfältige Prozesse (Reaktion, Sorption und Abbauvorgänge) können den Eintrag von Schadstoffen verringern oder verhindern. Jeder dieser Prozesse ist durch ein einziges physiko-chemisches Rechenmodell nicht beschreibbar. Aber die Kenntnis einer allgemeinen Schutzwirkung, die die Grundwasserüberdeckung auf das Grundwasser ausübt, ist dennoch hilfreich. Dazu werden im verwendeten Bewertungskonzept die Hauptfaktoren, die einen Schutz definieren, lokalisiert und ihr Einfluss über eine Punktzahl bestimmt, die sich gemäß Abbildung 1 aus verschiedenen Anteilen ergibt.

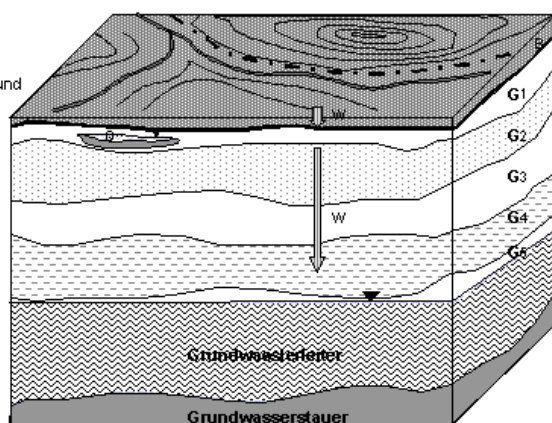
PROZESSE:

Bodenzone:

Puffervorgänge dominieren; zusätzlich Filter- und Transformationsvorgänge

Tiefere ungesättigte Zone:

Filtervorgänge dominieren; Transformations- und Puffervorgänge untergeordnet



BEWERTUNG:

Schutzfunktion des Bodens (S1):

$$S1 = B \cdot W$$

M_1 nutzbare Feldkapazität (B)
 M_2 Sickerwassermenge (W)

Schutzfunktion der tieferen ungesättigten Zone (S2):

$$S2 = (G1 \cdot M1 + G2 \cdot M2 + \dots + Gn \cdot Mn) \cdot W + Q + D$$

M_3 Sickerwassermenge (W)
 M_4 Gesteinsart (G1, G2, G3, ..., Gn)
 M_5 Mächtigkeit (M1, M2, M3, ..., Mn)
 Zuschlag bei:
 - Schwebenden Grundwasserleitern (Q)
 - und artesischen Druckverhältnissen (D)

Gesamtschutzfunktion (Sg):

$$Sg = S1 + S2$$

Grundwasseroberfläche

Abb. 1: Faktoren zur Ermittlung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung [2]

Die Gesamtschutzfunktion der Grundwasserüberdeckung, quantifiziert durch die Punktzahl Sg, wird in fünf Schutzfunktionsklassen eingeteilt (siehe Tabelle)

Klasseneinteilung für die Gesamtschutzfunktion (nach [1])

Gesamtschutzfunktion	Punktzahl der Gesamtschutzfunktion Sg	Größenordnung der Verweildauer des Sickerwassers in der Grundwasserüberdeckung
sehr hoch	> 4000	> 25 Jahre
hoch	> 2000 – 4000	10 - 25 Jahre
mittel	> 1000 – 2000	3 - 10 Jahre
gering	> 500 – 1000	mehrere Monate bis ca. 3 Jahre
sehr gering	≤ 500	wenige Tage bis etwa 1 Jahr, im Karst häufig noch weniger

Für die Generierung der Karte der Gesamtschutzfunktion der Grundwasserüberdeckung wurden Teilkarten der nutzbaren Feldkapazität, der Grundwasserneubildung, der hydrogeologischen Einheiten sowie des Grundwasser-Flurabstandes erstellt (Abb. 2 - 5) und entsprechend von Verknüpfungsregeln (siehe Blockbild Abb. 1) verschnitten.

Im Einzelnen gehen folgende Parameter ein:

nutzbare Feldkapazität

Sie beschreibt die Speicherfähigkeit an pflanzenverfügbarem Wasser und kann demnach als Maß für das Rückhaltevermögen belasteten Sickerwassers dienen. Eine hohe nutzbare Feldkapazität wird mit einer hohen Punktzahl (B) belegt.

Sickerwassermenge

Sie wird über die Grundwasserneubildungsrate ermittelt und stellt eine wichtige Größe für die Schutzfunktion dar. Im allgemeinen korreliert die Menge des potentiellen Schadstoffeintrages mit der Menge des neu gebildeten Grundwassers. Die Bewertung der Sickerwassermenge erfolgt über einen Faktor W, der zwischen 0,5 (hohe Sickerwassermenge) und 1,75 (geringe Sickerwassermenge) liegt.

Gesteinseinheiten (hydrogeologische Einheiten)

Bei der Bestimmung einer gesteinsabhängigen Punktzahl (G) wird zwischen Locker-(GL) und Festgesteinen (GF) unterschieden. Feinkörnige Lockergesteine erhalten gegenüber grobkörnigen eine höhere Punktzahl, weil sie die Durchlässigkeit herabsetzen. Da sich bei Festgesteinen die Wasserbewegung vorwiegend über Trennfugen bzw. Karsthohlräume vollzieht, wird neben der Bewertung der Gesteinsart zusätzlich die jeweilige strukturelle Eigenschaft ermittelt. Festgesteine mit hoher Gebirgsdurchlässigkeit erhalten aufgrund der geringen Schutzfunktion eine niedrige Punktzahl.

Grundwasserflurabstand

Um diese Mächtigkeit M zwischen Geländeoberfläche und oberstem Grundwasserleiter zu erhalten, wird die Differenz der Grundwasserstände (aus Messstellen, Hydroisohypsenplänen, Quellaustritten und Gewässersohlen) von dem digitalen Geländemodell gebildet. Artesische Druckverhältnisse, die ein Eindringen von kontaminiertem Sickerwasser in den Grundwasserleiter nahezu ausschließen, finden durch einen Punktschlag D Berücksichtigung.

[1] HÖLTING B., HAERTLÉ T., HOHBERGER K.-H., NACHTIGALL K. H., VILLINGER E., WEINZIERL W. & WROBEL J.P. (1995): Konzept zur Ermittlung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung. - Geol. Jb., C 63, 5-20, Hannover.

[2] PETERS A., HÄNEL M., HOLZHEY G. (2000): Ermittlung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung am Beispiel des Blattes L5334 Saalfeld – Wasser & Boden 52, Band 6, S. 41-48

Abb. 2: Karte der nutzbaren Feldkapazität

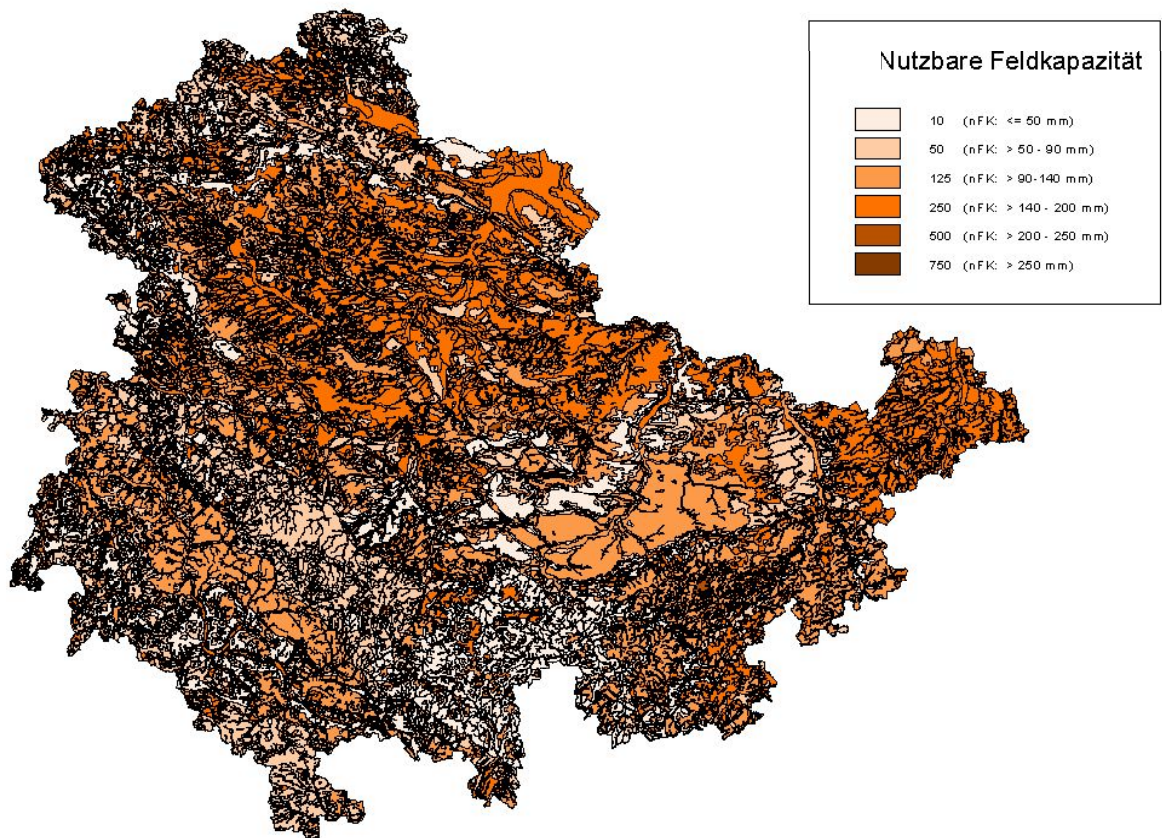


Abb. 3: Karte der Grundwasserneubildung

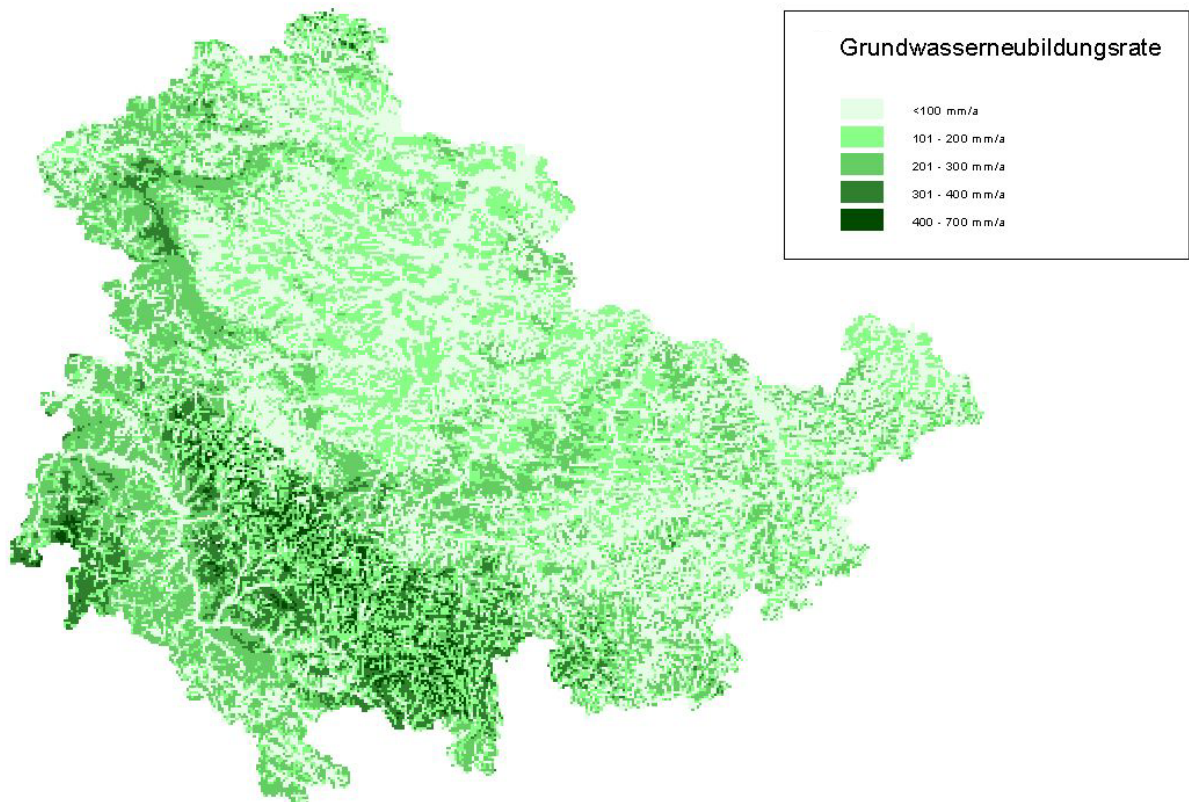


Abb. 4: Karte der hydrogeologischen Einheiten

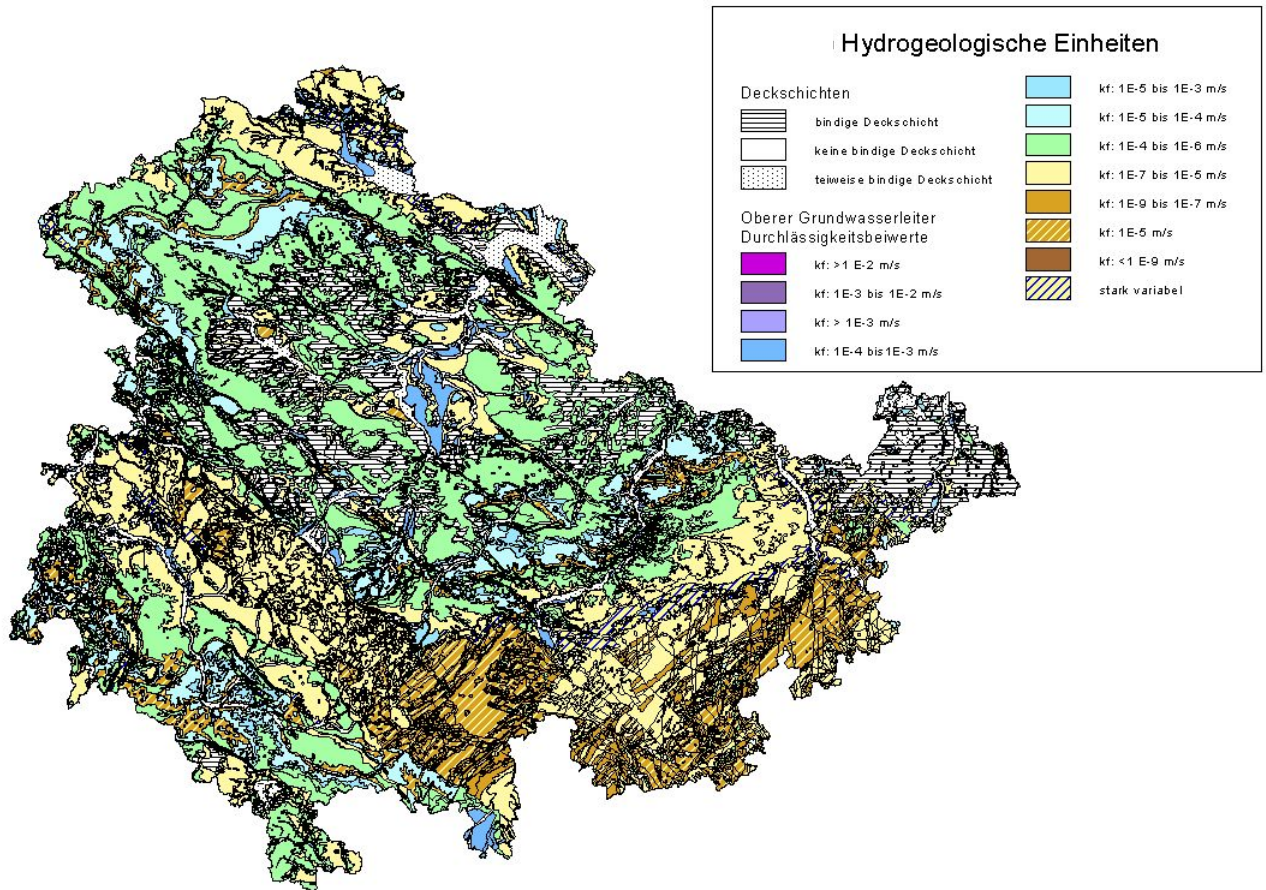


Abb. 5: Karte des Grundwasserflurabstandes

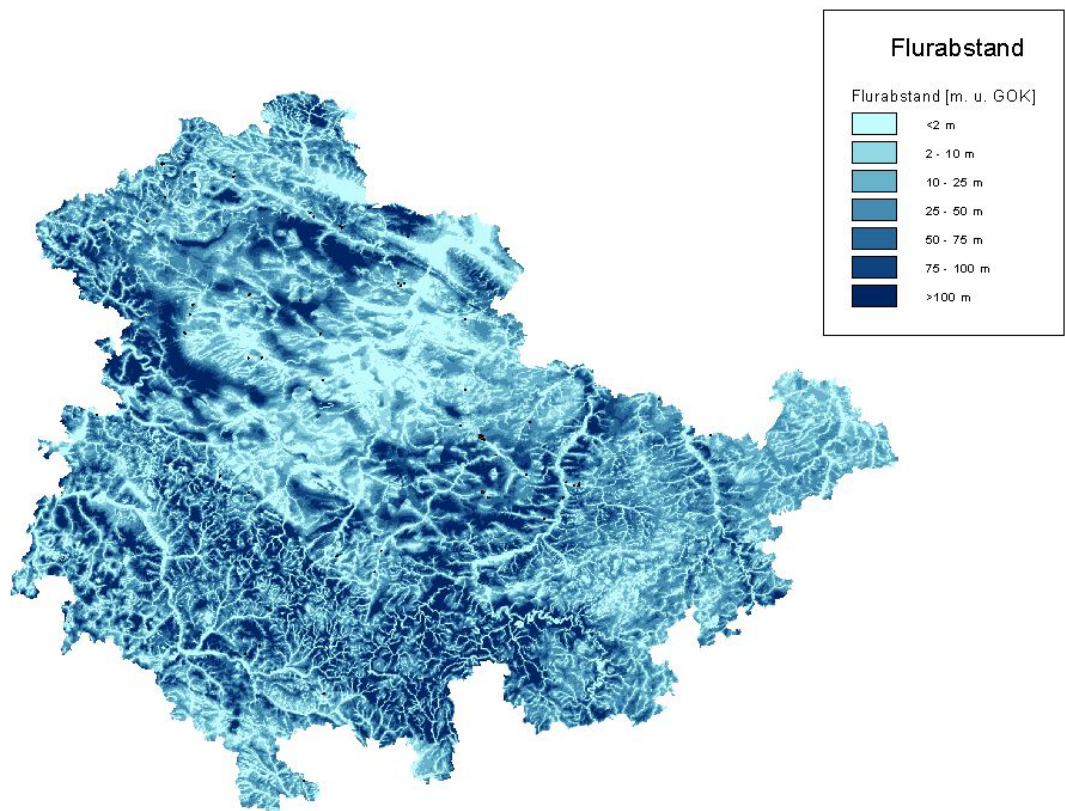


Abb. 6: Karte der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung